



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากรจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบต่าง ๆ 5 วิธี คือ การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น การสุ่มตัวอย่างสองชั้น และการสุ่มตัวอย่างสามชั้น เมื่อใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน 3 ขนาด คือ จำนวน 1,095 , 1,555 และ 2,636 คน ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้ง 5 วิธี ในด้านความไม่เอนเอียง

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้ง 5 วิธี ในด้านความคงเส้นคงวา

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้ง 5 วิธี ในด้านความมีประสิทธิภาพ

เพื่อความสะดวกในการเสนอ และศึกษาผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอสัญลักษณ์ทางสถิติ และอักษรย่อ ดังนี้

- μ หมายถึง ค่ามัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- $\text{MIN}(\bar{X})$ หมายถึง ค่าต่ำสุดของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- $\text{MAX}(\bar{X})$ หมายถึง ค่าสูงสุดของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- \bar{X} หมายถึง ค่ามัธยฐานเลขคณิตของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- $\text{SD}_{\bar{x}}$ หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- $\text{VAR}_{\bar{x}}$ หมายถึง ค่าความแปรปรวนของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- $\text{MSE}(\bar{X})$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร
- t หมายถึง สถิติทดสอบ t

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้ง 5 วิธี ในด้านความไม่เอนเอียง

ตารางที่ 5 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	MIN(\bar{X})	MAX(\bar{X})	\bar{X}	SD $_{\bar{x}}$	t
การสุ่มแบบง่าย	33.1032	34.3516	33.6882	0.1997	-0.4542
การสุ่มแบบมีระบบ	33.1662	34.1682	33.7005	0.2317	1.2807
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	33.2489	34.0242	33.6919	0.1448	0.1800
การสุ่มสองชั้น	32.4474	35.1328	33.7249	0.4176	2.5594*
การสุ่มสามชั้น	32.5175	35.2643	33.6983	0.4618	0.4898

* $p < .05$

$\mu = 33.6911$

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรมาก มีความแตกต่างกันอยู่ระหว่าง ± 0.2008 ถึง ± 0.2338 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีความแตกต่างน้อยที่สุด วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้นมีความแตกต่างมากที่สุด และเมื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติ พบว่า มัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น และการสุ่มตัวอย่างสามชั้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าประมาณที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ทั้ง 4 วิธี มีคุณสมบัติของการประมาณค่าที่ไม่มีความเอนเอียง ส่วน มัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าประมาณที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างสองชั้นมีความเอนเอียง

ตารางที่ 6 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,555 คน

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	MIN(\bar{X})	MAX(\bar{X})	\bar{X}	SD $_{\bar{x}}$	t
การสุ่มแบบง่าย	33.1595	34.2341	33.6890	0.1718	-0.3847
การสุ่มแบบมีระบบ	33.3344	34.0575	33.6880	0.1797	-0.5503
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	33.3346	34.0173	33.6891	0.1189	-0.5400
การสุ่มสองชั้น	32.7039	34.9735	33.6928	0.4134	0.1319
การสุ่มสามชั้น	32.3178	35.1617	33.6812	0.4611	-0.6813

$p < .05$

$\mu = 33.6911$

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณามัชฌิมเลขคณิตของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,555 คน ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่ามัชฌิมเลขคณิตของประชากรมาก มีความแตกต่างกันอยู่ระหว่าง ± 0.0017 ถึง ± 0.0099 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้นมีความแตกต่างกัน้อยที่สุด วิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้นมีความแตกต่างมากที่สุด และเมื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าประมาณที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ทั้ง 5 วิธี มีคุณสมบัติของการประมาณค่าที่ไม่มีความเอนเอียง

ตารางที่ 7 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่ามัธยิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบของค่าประมาณมัธยิมเลขคณิตที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2,636 คน

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	MIN(\bar{X})	MAX(\bar{X})	\bar{X}	SD $_{\bar{x}}$	t
การสุ่มแบบง่าย	33.3020	34.1445	33.6890	0.1308	-0.5128
การสุ่มแบบมีระบบ	33.5036	33.8914	33.6866	0.0907	-1.1569
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	33.4475	33.9819	33.6918	0.0886	0.2613
การสุ่มสองชั้น	32.7199	34.9348	33.7051	0.3641	1.2165
การสุ่มสามชั้น	32.6063	35.1396	33.7101	0.4324	1.3915

$p < .05$

$\mu = 33.6911$

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณามัธยิมเลขคณิตของค่าประมาณมัธยิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2,636 คน ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่ามัธยิมเลขคณิตของประชากรมาก มีความแตกต่างกันอยู่ระหว่าง ± 0.0007 ถึง ± 0.0110 โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีความแตกต่างน้อยที่สุด วิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้นมีความแตกต่างมากที่สุด และเมื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าค่าประมาณที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ทั้ง 5 วิธี มีคุณสมบัติของการประมาณค่าที่ไม่มีความเอนเอียง

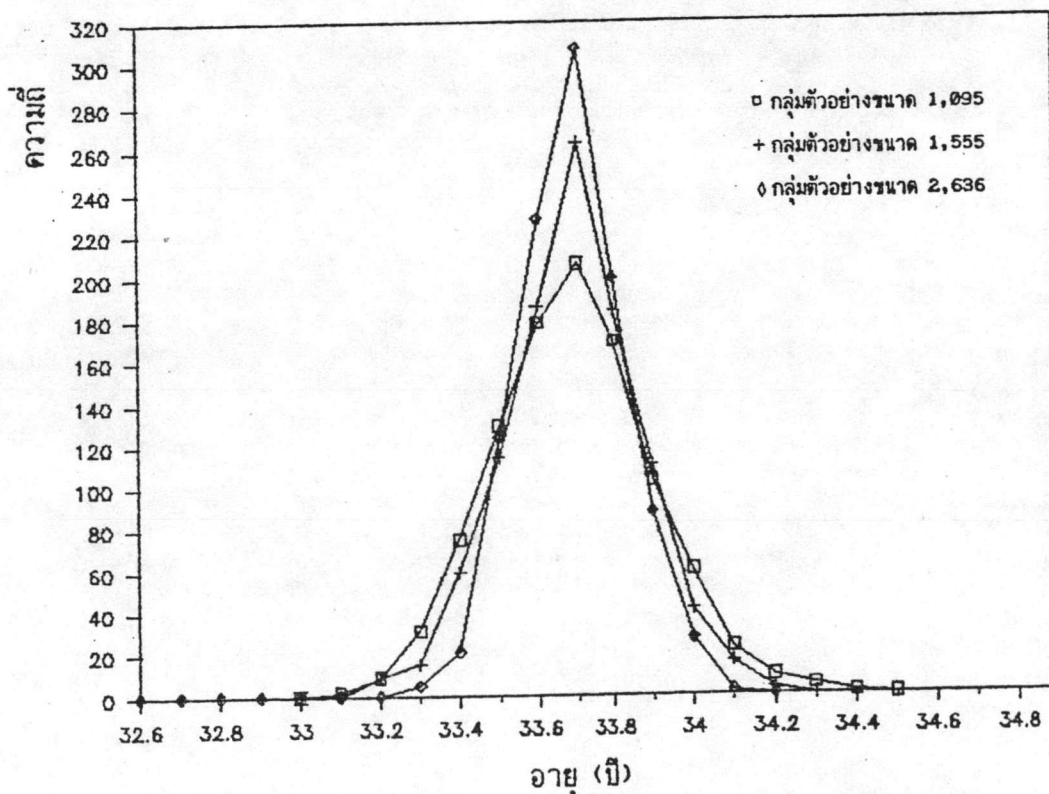
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้ง 5 วิธี ในด้านความคงเส้นคงวา

ตารางที่ 8 มัชยฐานเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากรีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง (คน)	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
1,095	33.6882	0.1997	0.0399	0.0399
1,555	33.6890	0.1718	0.0295	0.0295
2,636	33.6890	0.1308	0.0171	0.0171

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 5 การแจกแจงค่าประมาณมัธยฐานเลขคณิตของประชากรที่ได้จากรีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน



จากตารางที่ 8 พิจารณาค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าการกระจายลดลงและเมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต พบว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 , 1,555 และ 2,636 คน มีค่าเท่ากับ 0.0399 , 0.0295 และ 0.0171 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง มีค่าลดลงร้อยละ 26.07 และ 57.14 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ดังแผนภาพที่ 5 พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าประมาณที่ได้มีการกระจายลดน้อยลงโดยมีความโด่งมากขึ้น

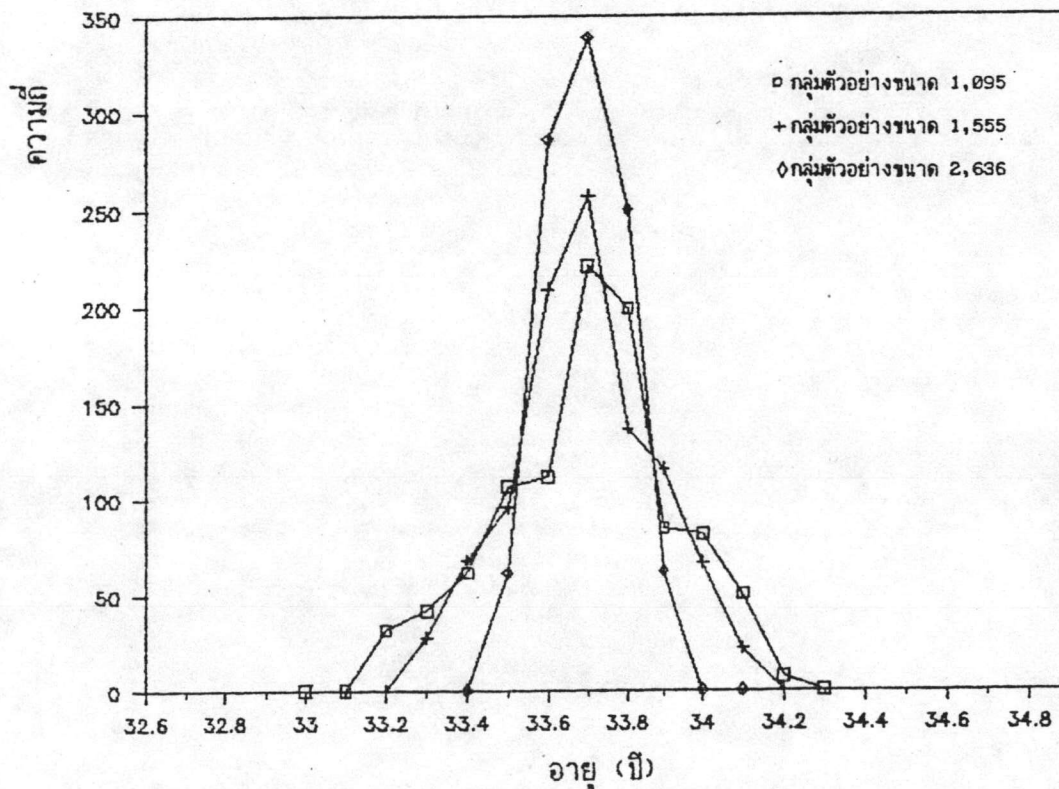
สรุปได้ว่า ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายมีคุณสมบัติความคงเส้นคงวา

ตารางที่ ๑ มีชดิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย
ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมีชดิมเลขคณิตของประชากร
ที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง(คน)	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
1,095	33.7005	0.2317	0.0537	0.0538
1,555	33.6880	0.1797	0.0323	0.0323
2,636	33.6866	0.0907	0.0082	0.0082

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 6 การแจกแจงค่าประมาณมีชดิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากวิธี
การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน



จากตารางที่ 9 นิยามค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าการกระจายลดลงและเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต พบว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,095 , 1,555 และ 2,636 คน มีค่าเท่ากับ 0.0538 , 0.0323 และ 0.0282 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าลดลงร้อยละ 39.93 และ 84.76 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ดังแผนภาพที่ 6 พบว่าเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าประมาณที่ได้มีการกระจายลดน้อยลงโดยมีความโค้งมากขึ้น

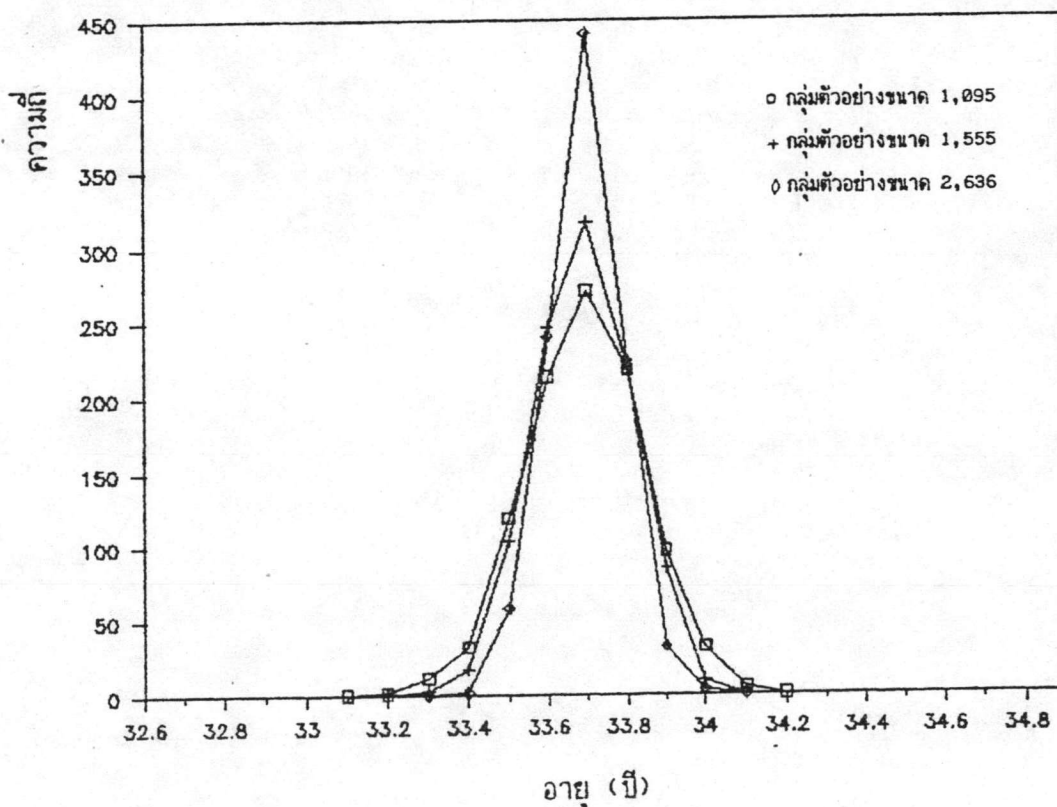
สรุปได้ว่า ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบมีคุณสมบัติความคงเส้นคงวา

ตารางที่ 10 มัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง (คน)	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
1,095	33.6919	0.1448	0.0210	0.0210
1,555	33.6891	0.1189	0.0141	0.0141
2,636	33.6918	0.0886	0.0078	0.0079

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 7 การแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน



จากตารางที่ 10 พิจารณาค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าการกระจายลดลงและเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต พบว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,095 , 1,555 และ 2,636 คน มีค่าเท่ากับ 0.0210 , 0.0141 และ 0.0079 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าลดลงร้อยละ 32.86 และ 62.38 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ดังแผนภาพที่ 7 พบว่าเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าประมาณที่ได้มีการกระจายลดน้อยลงโดยมีความโด่งมากขึ้น

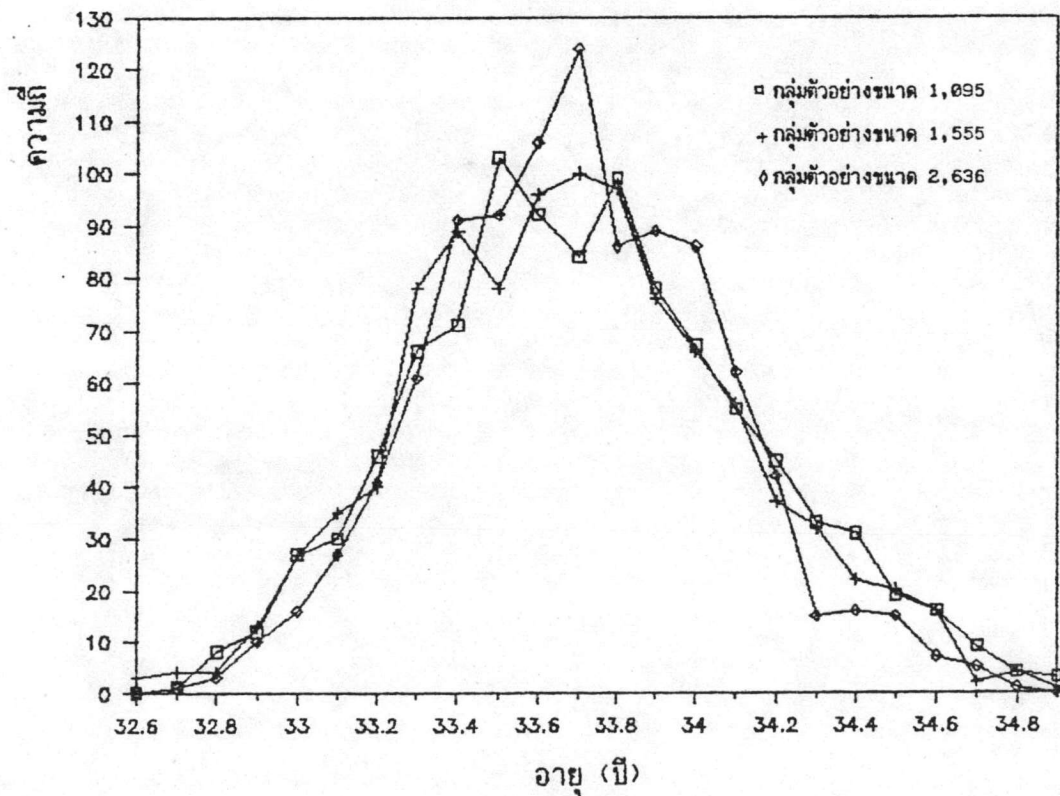
สรุปได้ว่า ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีคุณสมบัติความคงเส้นคงวา

ตารางที่ 11 มีขนิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมีขนิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง(คน)	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
1,095	33.7249	0.4176	0.1744	0.1756
1,555	33.6928	0.4134	0.1709	0.1709
2,636	33.7051	0.3641	0.1326	0.1328

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 8 การแจกแจงค่าประมาณมีขนิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างตามกลุ่ม เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน



จากตารางที่ 11 พิจารณาค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างสองชั้น จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าการกระจายลดลงและเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิต พบว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,095 , 1,555 และ 2,636 คน มีค่าเท่ากับ 0.1756 , 0.1709 และ 0.1328 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าลดลงร้อยละ 2.68 และ 24.37 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างสองชั้น จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ดังแผนภาพที่ 8 พบว่าเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าประมาณที่ได้มีการกระจายลดน้อยลงโดยมีความโค้งมากขึ้น

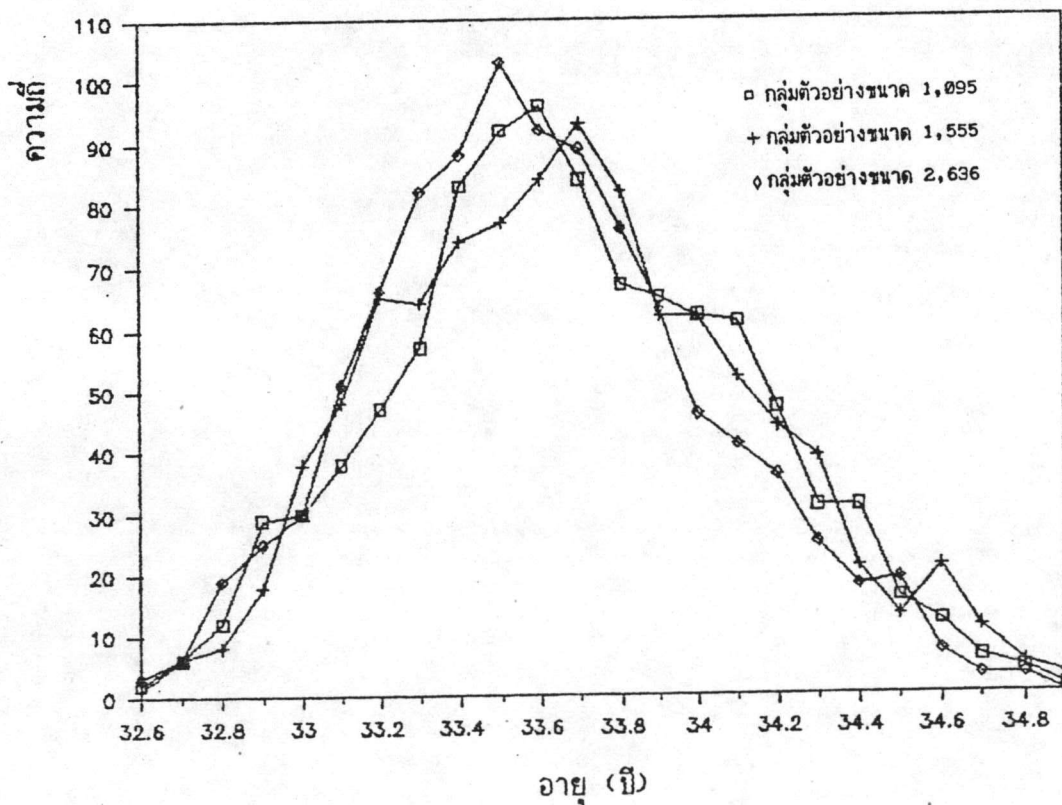
สรุปได้ว่า ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างสองชั้นมีคุณสมบัติความคงเส้นคงวา

ตารางที่ 12 มัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น จำแนกตามขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง(คน)	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
1,095	33.6983	0.4618	0.2133	0.2133
1,555	33.6812	0.4611	0.2126	0.2127
2,636	33.7101	0.4324	0.1870	0.1874

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 9 การแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายชั้น เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน



จากตารางที่ 12 พิจารณาค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิม เลขคณิตของ ประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างสามชั้น จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง โดยพิจารณา จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของค่าประมาณมัชฌิม เลขคณิตของ ประชากร พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าการกระจายลดลงและเมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิม เลขคณิต พบว่าขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 , 1,555 และ 2,636 คน มีค่าเท่ากับ 0.2133 , 0.2127 และ 0.1874 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง มีค่าลดลงร้อยละ 0.28 และ 12.14 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงค่าประมาณมัชฌิม เลขคณิตของประชากร ที่ได้ จากการสุ่มตัวอย่างสามชั้น จากการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ดังแผนภาพที่ 9 พบว่า เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ค่าประมาณที่ได้มีการกระจายลดน้อยลง โดยมีความโค้ง มากขึ้น

สรุปได้ว่า ค่าประมาณมัชฌิม เลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง สามชั้นมีคุณสมบัติความคงเส้นคงวา

ตารางที่ 13 สรุปอัตราการลดลงของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณ
 มัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากการสุ่มตัวอย่างแต่ละวิธี เมื่อขนาดของ
 กลุ่มตัวอย่างมากขึ้น

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	1,095		1,555		2,636	
	MSE(\bar{X})	MSE(\bar{X})	ลดลง(%)	MSE(\bar{X})	ลดลง(%)	
การสุ่มแบบง่าย	0.0399	0.0295	26.07	0.0171	57.14	
การสุ่มแบบมีระบบ	0.0538	0.0323	39.96	0.0082	84.76	
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	0.0210	0.0141	32.86	0.0079	62.38	
การสุ่มสองชั้น	0.1756	0.1709	2.68	0.1328	24.37	
การสุ่มสามชั้น	0.2133	0.2127	0.28	0.1874	12.14	

จากตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาอัตราการลดลงของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน
 กำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี
 พบว่า

เมื่อเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จาก จำนวน 1,095 คน เป็น จำนวน 1,555
 คน วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณ
 มัชฌิมเลขคณิตของประชากรลดลงมากที่สุด คือ ร้อยละ 39.96 วิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น
 มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรลดลงน้อย
 ที่สุด คือ ร้อยละ 0.28

เมื่อเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จาก จำนวน 1,095 คน เป็น จำนวน 2,636
 คน วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณ
 มัชฌิมเลขคณิตของประชากรลดลงมากที่สุด คือ ร้อยละ 84.76 วิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น
 มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรลดลงน้อย

ที่สุด คือ ร้อยละ 12.14

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี มีค่าลดลงเมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น แสดงว่าค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ทั้ง 5 วิธี มีคุณสมบัติในด้านความคงเส้นคงวา

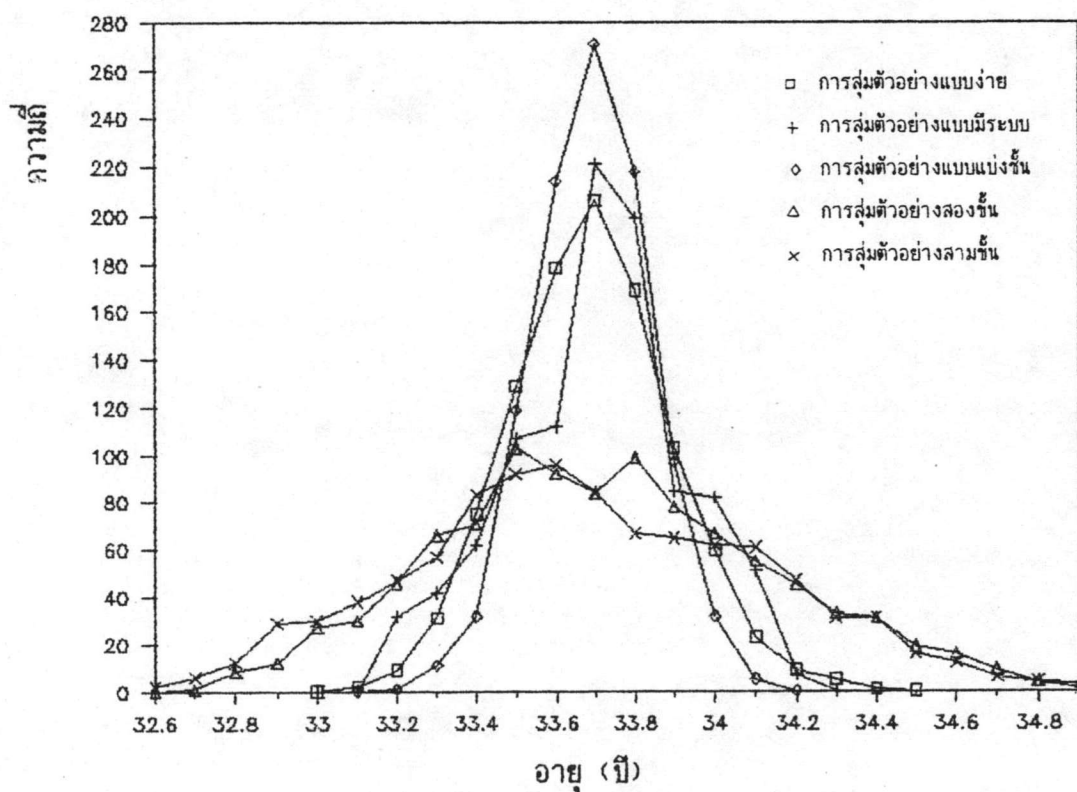
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น ทั้ง 5 วิธี ในด้านความมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 14 มีขนิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมีขนิมเลขคณิตของประชากร เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน จำแนกตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง ประชากร

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
การสุ่มแบบง่าย	33.6882	0.1997	0.0399	0.0399
การสุ่มแบบมีระบบ	33.7005	0.2317	0.0537	0.0538
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	33.6919	0.1448	0.0210	0.0210
การสุ่มสองชั้น	33.7249	0.4176	0.1744	0.1756
การสุ่มสามชั้น	33.6983	0.4618	0.2133	0.2133

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 10 การแจกแจงค่าประมาณมีขนิมเลขคณิตของประชากร ของวิธี การสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน



จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เรียงตามลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น มีค่า 0.0210 , 0.0399, 0.0538 , 0.1756 และ 0.2127 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าน้อยกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

จากแผนภาพที่ 10 เมื่อพิจารณาจากลักษณะการแจกแจงของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี มีการแจกแจงใกล้เคียงปกติ ซึ่งมีลักษณะของความโค้งตามค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร โดยค่าการกระจายน้อยจะมีความโค้งมาก การแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีความโค้งมากที่สุด ส่วนวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบมีความโค้งรองลงมาและมีความโค้งใกล้เคียงกัน วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้นมีความโค้งใกล้เคียงกัน และมีความโค้งน้อยกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ และการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น อย่างชัดเจน

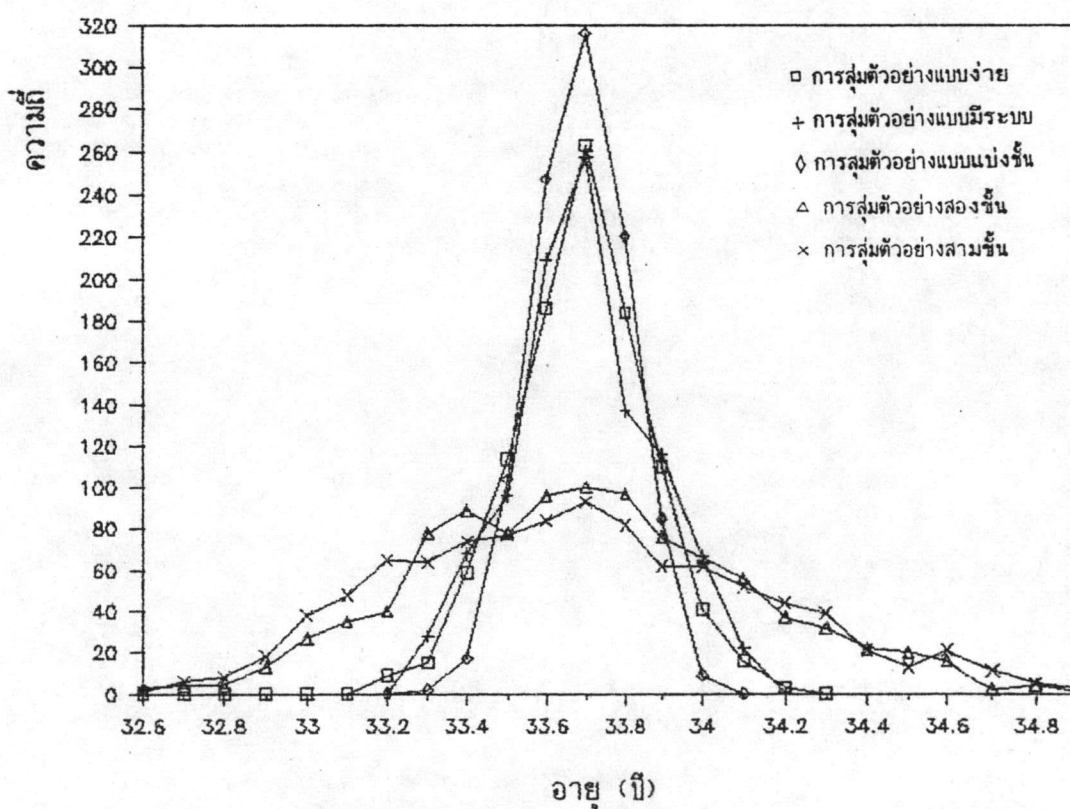
สรุปเมื่อพิจารณาจัดลำดับความมีประสิทธิภาพของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี เมื่อใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน จากมีประสิทธิภาพสูงไปต่ำได้ดังนี้ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

ตารางที่ 15 มีขนิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมีขนิมเลขคณิตของประชากร เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,555 คน จำแนกตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง ประชากร

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
การสุ่มแบบง่าย	33.6890	0.1718	0.0295	0.0295
การสุ่มแบบมีระบบ	33.6880	0.1797	0.0323	0.0323
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	33.6891	0.1189	0.0141	0.0141
การสุ่มสองชั้น	33.6928	0.4134	0.1709	0.1709
การสุ่มสามชั้น	33.6812	0.4611	0.2126	0.2127

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 11 การแจกแจงค่าประมาณมีขนิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,555 คน



จากตารางที่ 15 เมื่อพิจารณาการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เรียงตามลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น มีค่า 0.0141 , 0.0295, 0.0323 , 0.1709 และ 0.2133 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าน้อยกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

จากแผนภาพที่ 11 เมื่อพิจารณาจากลักษณะการแจกแจงของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี มีการแจกแจงใกล้เคียงปกติ ซึ่งมีลักษณะของความโค้งตามค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร โดยค่าการกระจายน้อยจะมีความโค้งมาก การแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีความโค้งมากที่สุด ส่วนวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบมีความโค้งรองลงมาและมีความโค้งใกล้เคียงกัน วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้นมีความโค้งใกล้เคียงกัน และมีความโค้งน้อยกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ และการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น อย่างชัดเจน

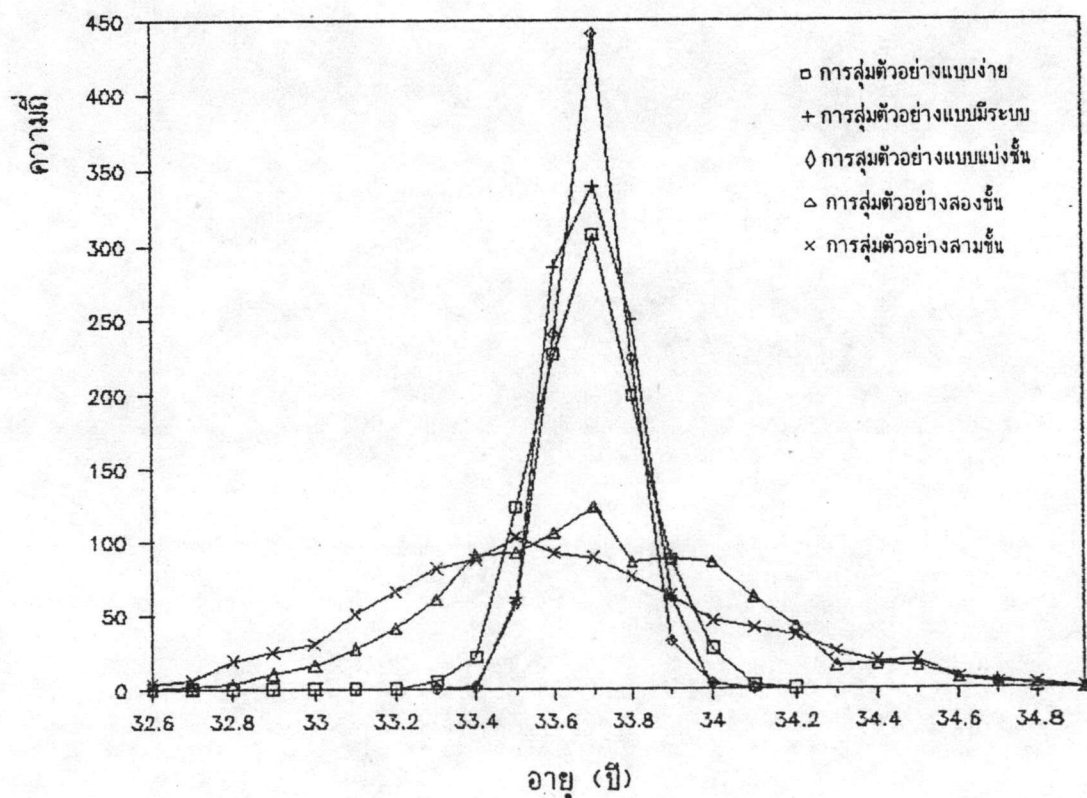
สรุปเมื่อพิจารณาจัดลำดับความมีประสิทธิภาพของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี เมื่อให้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน จากมีประสิทธิภาพสูงไปต่ำได้ดังนี้ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

ตารางที่ 16 มัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2,636 คน จำแนกตามวิธีการสุ่มตัวอย่าง ประชากร

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	\bar{X}	$SD_{\bar{x}}$	$VAR_{\bar{x}}$	$MSE(\bar{x})$
การสุ่มแบบง่าย	33.6890	0.1308	0.0171	0.0171
การสุ่มแบบมีระบบ	33.6866	0.0907	0.0082	0.0082
การสุ่มแบบแบ่งชั้น	33.6918	0.0886	0.0078	0.0079
การสุ่มสองชั้น	33.7051	0.3641	0.1326	0.1328
การสุ่มสามชั้น	33.7101	0.4324	0.1870	0.1874

$$\mu = 33.6911$$

แผนภาพที่ 12 การแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2,636 คน



จากตารางที่ 16 เมื่อพิจารณาการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี โดยพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร พบว่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี เรียงตามลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น มีค่า 0.0079 , 0.0082, 0.0171 , 0.1328 และ 0.1874 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าน้อยกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

จากแผนภาพที่ 12 เมื่อพิจารณาจากลักษณะการแจกแจงของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่าง 5 วิธี มีการแจกแจงใกล้เคียงปกติ ซึ่งมีลักษณะของความโค้งตามค่าการกระจายของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร โดยค่าการกระจายน้อยจะมีความโค้งมาก การแจกแจงค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีความโค้งมากที่สุด ส่วนวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายมีความโค้งรองลงมาและมีความโค้งใกล้เคียงกัน วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้นมีความโค้งใกล้เคียงกัน และมีความโค้งน้อยกว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ และการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น อย่างชัดเจน

สรุปเมื่อพิจารณาจัดลำดับความมีประสิทธิภาพของค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากรที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี เมื่อใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,095 คน จากมีประสิทธิภาพสูงไปต่ำได้ดังนี้ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้น

ตารางที่ 17 สรุปรูปการจ้ดเรียงลำดับในด้านควมมีประสิทธิภพ ของวิธีการสุ่มตัวอย่างทั้ง 5 วิธี

ประสิทธิภาพสูง	กลุ่มตัวอย่าง (คน)			
	ลำดับที่	1, 095	1, 555	2, 636
	1	การสุ่มแบบแบ่งชั้น	การสุ่มแบบแบ่งชั้น	การสุ่มแบบแบ่งชั้น
	2	การสุ่มแบบง่าย	การสุ่มแบบง่าย	การสุ่มแบบมีระบบ
	3	การสุ่มแบบมีระบบ	การสุ่มแบบมีระบบ	การสุ่มแบบง่าย
	4	การสุ่มสองชั้น	การสุ่มสองชั้น	การสุ่มสองชั้น
	5	การสุ่มสามชั้น	การสุ่มสามชั้น	การสุ่มสามชั้น

จากตารางที่ 17 เมื่อพิจารณาจ้ดลำดับ ค่าประมาณมัชฌิมเลขคณิตของประชากร ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง ทั้ง 5 วิธี ในด้านควมมีประสิทธิภพ พบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นมีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาได้แก่วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย, วิธีการสุ่มแบบมีระบบ, วิธีการสุ่มตัวอย่างสองชั้น และวิธีการสุ่มตัวอย่างสามชั้นมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด